



LA PODREDUMBRE DEL CUELLO DEL SORGO CAUSADA POR *Fusarium Verticillioides*

L. Gálvez (1), M. Paris(1), G. Cordes (2), C. Iglesias(1), D. Palmero (1).

(1) U.D. Protección Vegetal. Universidad Politécnica de Madrid. E.U.I.T. Agrícolas. Ciudad Universitaria s/n. 28040. Madrid (España).

(2) Instituto Nacional de Tecnología Agraria (INTA-EEA Manfredi) Republica Argentina.

Email: daniel.palmero@upm.es

El sorgo anual ha sido clasificado por de Wet (1978) como *Sorghum bicolor* (L.) Moench (2n=20) subespecie bicolor, con 5 razas básicas: bicolor, guinea, caudatum, kafir y durra, las que incluyen los distintos tipos de sorgo existentes en el mercado como los graníferos, los forrajeros tipo sudán, dulces y escoberos (Giorda y Cordes, 2005).

El sorgo es quizás uno de los cultivos que en cuanto a destino y uso de sus productos posee mayor versatilidad. Este cultivo puede ser utilizado en la industria alimenticia (producción de productos farináceos, bebidas y alcohol), para alimentación animal como

forraje, heno o forraje conservado, en la utilización para la producción de combustibles líquidos para vehículos y en la producción de adhesivos, ceras, tintes, papel, etc. (Nacional Academy Press, 1996).

En la actualidad el sorgo ha tomado un renovado interés como cultivo bioenergético para la producción de bioetanol. Su cultivo, aunque poco extendido en España, cuenta ya con una superficie de 7.541 ha y una producción de 32.762 tn de grano (MAGRAMA, 2011). Los cultivos agroenergéticos de sorgo azucarado se han planteado como una alternativa interesante para la producción de biomasa. En zonas donde las pro-

ducciones agrícolas convencionales no son sostenibles, en muchos casos por los altos requerimientos hídricos de los cultivos, el sorgo se destaca por su capacidad de crecer tanto en zonas tropicales como templadas, su alta eficiencia fotosintética (planta C4), sus niveles altos de acumulación de materia seca y su posibilidad de crecer en sitios marginales para otros cultivos como por ejemplo maíz, de hecho puede producir en sitios con altas temperaturas y elevado déficit hídricos (Giorda y Cordes, 2005). El cultivo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo, que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una gama amplia de condiciones edáficas (Compton, 1990).

Las características del sorgo azucarado, entre las que incluyen un alto contenido energético y una mejor adaptabilidad a suelos pobres, hacen que esta planta sea un candidato ideal para la producción de biocombustibles, especialmente bioetanol.

Las enfermedades en el sorgo pueden llegar a ocasionar grandes pérdidas en el rendimiento del cultivo. Entre estas enfermedades se encuentran la causada por diferentes especies de *Fusarium*, un género fúngico que es capaz de infectar a las plantas en todos los estados de desarrollo pudiendo causar la podredumbre de la panícula, muerte de las plántulas y la pudrición de raíces y del tallo en plantas adultas. Además, varias de estas especies tienen la capacidad de producir diferentes tipos de micotoxinas,



Figura 1. Corte longitudinal de la planta enferma donde se aprecian las lesiones rojizas a lo largo del tallo.



cuya ingesta continuada puede causar enfermedades severas en animales y humanos.

La podredumbre del tallo causada por *Fusarium* es una de las principales patologías del sorgo en todo el mundo, incluido África, India, Australia y Estados Unidos (Tesso, 2009). Este patógeno primero coloniza el tejido cortical, avanzando por el interior del sistema radicular y llegando a alcanzar posteriormente el tallo. Que adopta tonalidades rojizas y marrones en su interior, síntoma característico de esta enfermedad.

La enfermedad llega a afectar a los haces vasculares de la planta, lo que dificulta la absorción y la translocación de agua y nutrientes. Si la enfermedad se desarrolla en condiciones favorables y sobre genotipos sensibles, puede provocar la reducción del peso de la semilla pudiendo alcanzar valores de hasta el 60% (Edmunds y Zummo, 1975). En ocasiones puede llegar a provocar el tumbado de la planta afectada, con el perjuicio económico que ello supone al dificultarse en gran medida la cosecha.

Las lesiones causadas por *Fusarium spp.* a lo largo de las raíces, tallos y hojas son circulares o alargadas de color pardo rojizo. Las manchas rojizas en el cortex de las raíces de las plántulas pueden ser observadas tempranamente, extendiéndose por el sistema radicular y el tallo a lo largo del ciclo del cultivo. Estos síntomas son más frecuentes en plantas con daños de plagas barrenadoras pues los orificios de entrada de los insectos que taladran el tallo son a su vez puntos de entrada de la infección. Posiblemente sean las propias larvas de los taladros las portadoras de los propágulos del hongo. En cuanto a la sintomatología de la parte aérea, las plantas infectadas por *Fusarium* presentan manchas pardo-rojizas alargadas a lo largo de los entrenudos, coloración que se hace muy patente cuando se corta el tallo longitudinalmente (Figura 1). La muerte prematura de estas plantas ocurre normalmente durante el llenado de los granos. Las hojas pueden mostrar una coloración azulada grisácea, que puede confundirse con una helada o quemadura de sol, pero en este caso la parte externa del tallo permanece verde. Los síntomas suelen observarse después de la floración con lesiones en el tallo y en las hojas.

El agente causal de la enfermedad parece no corresponder con la misma especie en todos los casos, y diferen-

tes autores han identificado a diferentes especies fúngicas perteneciente a la sección *Liseola* como capaces de causar la sintomatología descrita. Esta sección, establecida por Wollenweber y Reinking (1935) dentro del género *Fusarium* incluía las especies que producían microconidios en cadena y/o macroconidios en falsas cabezas, pero que no producían clamidosporas. Un aislado de *Fusarium* productor de microconidios en cadena aislado de maíz en Nebraska descrito como *F. moniliforme* (Sheldon, 1904), fue incluido en la sección *Liseola* por Wollenweber y Reinking, junto a otras dos especies y tres variedades más, un total de seis taxones. Los seis taxones se redujeron por Snyder y Hansen en 1945 a una sola especie, *F. moniliforme* Sheldon emend. Snyder y Hansen.

Posteriormente Booth (1971) inició la reevaluación de especies de la sección *Liseola*, que aún hoy en día está en proceso, separando la variedad *F. moniliforme* var. *subglutinans* de *F. moniliforme* por la ausencia de cadenas de microconidios y la presencia de polifálidas como células conidiógenas. Gerlach y Nirenberg (1982) aumentaron el número de taxones dentro de la sección *Liseola* a 10, y apuntaron que basándose en el orden de prelación, el nombre correcto para *Fusarium moniliforme* sería *F. verticillioide* (Sacc.) y que el nombre del teleomorfo sería *Giberella moniliformis* (Wineland, 1924). Como resultado la identidad de muchos aislados identificados como *F. moniliforme* están ahora cuestionados por si fueran en realidad *F. verticillioide* y no está siempre claro a que especie dentro del complejo *G. fujikuroi* pertenecen.

Posteriormente, la sección *Liseola* y *Elegans* han sido combinadas funcionalmente dentro de una única entidad, que a partir de ahora se define como "Giberella fujikuroi species complex" o "Complejo específico



Figura 2. Rastrojo de cultivo de sorgo afectado por la enfermedad.

de *Giberella fujikuroi*". Según Leslie y Summerell (2006), mantener el uso de la denominación específica de *F. verticillioide* para referirse a *Giberella moniliformis* o *Giberella fujikuroi* (población compatible A) evitaría confusiones.

El complejo específico de *G. fujikuroi* comprende patógenos de plantas muy cosmopolitas, se pueden encontrar en el suelo como saprófitos o en los restos de cosecha (Figura 2) en forma de micelio, conidias (esporas asexuales) o ascosporas (esporas sexuales). Además del suelo, la semilla y el aire juegan un papel muy importante en la epidemiología de esta enfermedad, ya que algunos estudios indican que los propágulos no son capaces de sobrevivir más de 3 meses en ausencia de restos de cosecha, y estos hongos no



Figura 3. Síntomas del complejo *G. fujikuroi* sobre plantas de maíz.

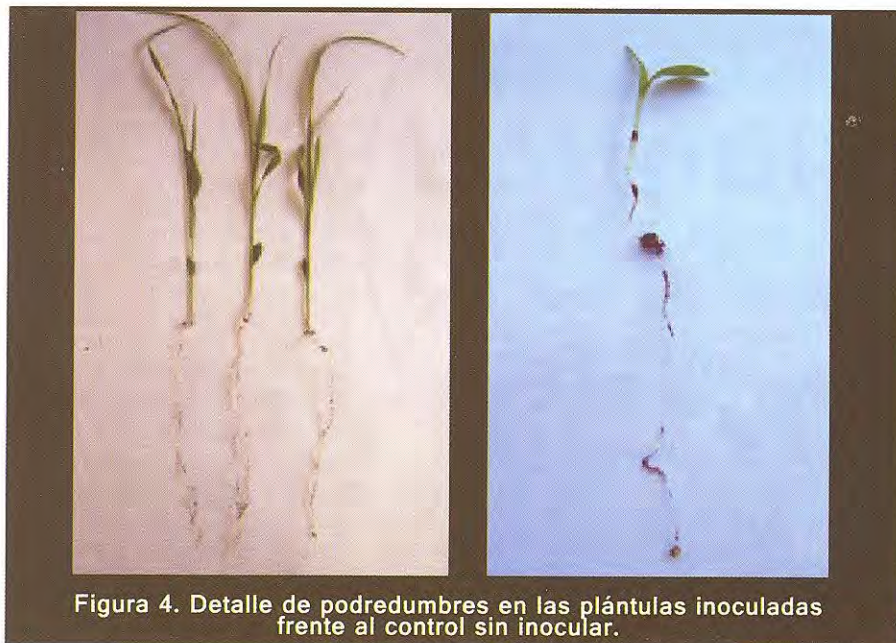


Figura 4. Detalle de podredumbres en las plántulas inoculadas frente al control sin inocular.

son capaces de producir clamidosporas. Muchas de las especies incluidas en el complejo son patógenos de importancia en diferentes cultivos como el maíz (Figura 3), el mijo, el arroz o la caña de azúcar.

La etiología del complejo específico que produce la podredumbre de las raíces y del tallo depende del genotipo del huésped, de su interacción con el patógeno y de las condiciones ambientales. La incidencia de la enfermedad es variable según la región y la estación. Variables como el tipo de suelo, la fertilización, el drenaje, las prácticas culturales, la humedad, la temperatura, los insectos plaga, otras enfermedades y el genotipo del huésped han de tenerse muy en cuenta en el manejo de la enfermedad y tienen una gran influencia sobre la gravedad de la misma (Claflin, 2000).

En España la enfermedad ha sido recientemente descrita (Palmero et al., 2012). En julio de 2011, llegaron a nuestro laboratorio plantas de sorgo del cultivar Suchro 506 con lesiones pardo-rojizas a lo largo de los entrenudos. Las muestras se procesaron y limpiaron y porciones de estas lesiones fueron previamente desinfectadas con hipoclorito sódico (0,5% w/v) durante 2 minutos y posteriormente incubadas a 25 °C durante 5 días en placas de Petri con PDA. En todos los análisis practicados a todas las plantas se aisló consistentemente *F. verticillioides*. La identificación se realizó mediante la morfología de los macroconidios y microconidios, forzando éstos en medios de cultivo pobres en nutrientes y bajo luz ultra violeta, y se confirmó mediante herramientas moleculares basadas

en PCR específicas y secuenciación de la región ITS1-5.8S-ITS2 del rDNA.

Para comprobar la patogenicidad del hongo se inocularon cuatro aislados de *F. verticillioides* sobre plantas de una semana (cv. Sucro 506). La inoculación se realizó mediante riego al sustrato sobre seis plantas colocadas en dos macetas por aislado. El testigo se regó con agua estéril. Las plantas se mantuvieron en un fotoperíodo de 14 horas de luz a 28 °C y 10 horas de oscuridad a 20 °C. A las tres semanas, las plantas se levantaron y se observaron los síntomas característicos de *F. verticillioides*, lesiones rojizas en las raíces de las plántulas (Figura 4). En las plantas regadas con agua estéril no se observaron dichos síntomas. Posteriormente se procedió a medir la longitud de la parte aérea y del sistema radicular, así como el peso de ambas partes. Los resultados experimentales indican que en las plantas inoculadas se redujo el 43% y 47% el peso de la parte aérea y del sistema radicular respectivamente en comparación con el testigo. En cuanto a la longitud de la parte aérea, se redujo en un 5% con respecto al testigo. Los postulados de Koch confirmaron por tanto que *F. verticillioides* era el agente causal de la enfermedad.

En lo que respecta al control de la enfermedad, un adecuado manejo del cultivo es fundamental para reducir las pérdidas. Los híbridos que permitan ciclos tardíos son menos susceptibles de ser infectados por *Fusarium*. El uso de híbridos con mayor vigor pueden reducir las pérdidas por encañado, además, los cultivos deben ser cosechados tan pronto como sea posible

para evitar en la medida de lo posible las pérdidas por la podredumbre de raíces y tallos. Un abonado nitrogenado equilibrado, reduciendo o eliminando estrés (especialmente durante la floración) evita el agravamiento de los daños. Un control adecuado de las plagas y en definitiva un buen manejo del cultivo contribuyen a reducir la gravedad de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Booth, C. 1971. The genus *Fusarium*. Ed. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, England.
- Claflin L. E. 2000. *Fusarium* root and stalk rot. En: Compendium of sorghum diseases. The American Phytopathological Society.
- Compton, L.P. 1990. Agronomía del Sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos para los Trópicos Semiáridos, ICRISAT, India, 301pp.
- Edmunds L. K.; Zummo N. 1975. Sorghum diseases in the United States and their control. USDA Agric. Res. Serv. Agric.
- Gerlach W. L.; Nirenberg H. 1982. The genus *Fusarium*. A pictorial atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Darlen.
- Giorda, L.M. y Cordes, G.G. 2005. Sorgo Forrajero en la Pampa Deprimida. En: Libro del Seminario Técnico Forrajes 2005. Bs. As., Argentina, pp. 232-239
- Leslie J. F.; Summerell B.A. 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing. Ames, Iowa.
- MAGRAMA, 2011. Anuario de estadística 2010. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- National Academy Press, 1996. Lost crops of Africa. Volumen I Grains. Board on Science and Technology for International Development. National Research Council. Washington, D.C., USA, 411 pp.
- Palmero D.; Gil-Serna J.; Gálvez L.; Curt M. D.; De Cara M; Tello J. 2012. First report of *Fusarium verticillioides* causing stalk and root rot of sorghum in Spain. Plant Disease 96 (4): 584.
- Sheldon, J. L. 1904. A corn mold (*Fusarium moniliforme* n. sp.). Agricultural Experiment Station of Nebraska, 17th Annual.
- Tesso, T; Ochanda N.; Claflin L.; Tuinstra. 2009. An improved method for screening *Fusarium* stalk rot resistance in grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). African Journal of Plant Science, 3: 254-262.
- Wineland G. O. 1924. An ascigerous stage and synonymy for *Fusarium moniliforme*. Journal of Agricultural Research 28: 909-922.
- Wollenweber H. W.; Reinking O. A. 1935. Die Fusarien, ihre Beschreibung, Schadwirkung und Bekämpfung. Verlag Paul Parey, Berlin.